

# Da vesle Agnar ble ekstrem

## Norsk meteorologi fra stormvarsel til ekstremværsvarsel

Yngve Nilsen

Institutt for arkeologi, historie, kultur- og religionsvitenskap, Universitetet i Bergen.  
yngve.nilsen@ahkr.uib.no

### Keywords

- *Meteorology*
- *extreme weather*,
- *storm warning*
- *risk management*
- *precautionary principle*

### Abstract

Since the turn of the millennia, the term 'extreme weather' has been used very frequently in Norwegian media. It first appeared in the mid-1990s. This article tries to explain the rise of this new category of weather, by a historical comparison between the establishment of a Norwegian storm warning system in the second half of the 19<sup>th</sup> century and the establishment of a Norwegian extreme weather warning system by the end of the 20<sup>th</sup>. In both cases, the state was active. In the first case by establishing a national Meteorological institute and covering the necessary telegraph expenses for warnings by telegraph. In the second case by making this Meteorological institute a part of a new national system for protection against disasters. Both events were stages in a long term process of giving bad weather individuality, in order to make the warnings recognizable in growing currents of electronic information. However, extreme weather is not defined by physical properties, but by its expected economic, technical and social consequences. Thus, it's not a meteorological term, but an institutional one.

Et nytt ord ble introdusert på norsk i midten av 1990-årene, nemlig 'ekstremvær'. Ifølge avisdatabasen Retriever stod ordet for første gang på trykk i en norsk nyhetsmelding i 1994. Det definitive gjennombruddet for å snakke om ekstremvær fant sted etter årtusenskiftet. Mens det ble brukt i avisene kun åtte ganger i 2002, forekom det 1377 ganger i 2009.<sup>1</sup> Hva er et ekstremvær?

Den aller første gangen "ekstremvær" ble brukt i norske media, innvarslet det ikke noe nytt. Ordet forekom da i en NTB-melding som handlet om østersjøfergen *Estonia*s

tragiske forlis i september 1994.<sup>2</sup> 852 mennesker mistet livet i denne ulykken, som imidlertid ikke først og fremst skyldtes været. "Det var ikke *ekstremvær*, og fartøyet har vært ute i verre vær før", uttalte sjefen for sjøvarslingstjenesten ved Det svenske meteorologiske instituttet. I dette tilfellet ble altså ekstremvær brukt mer eller mindre synonymt med storm. Den senere bruken av ordet ble imidlertid mer kompleks enn som så.

Den hyppige omtalen av ekstremvær etter årtusenskiftet kan til dels ses i sammenheng med et populærkulturelt fenomen. I USA gjennomgikk værstoffet på

fjernsyn en rivende utvikling fra og med 1980-årene, fra tradisjonelle værmeldinger til avanserte populærvitenskapelige programmer og omfattende reportasjer fra værrelaterte katastrofer. En spesielt viktig aktør i denne utviklingen var kabelfjernsynskanalen The Weather Channel, TWC, som sender værstoff 24 timer i døgnet. "TWC is probably the original source, along perhaps with CNN, for developing the extreme weather culture" fastslår den amerikansk-norske meteorologihistorikeren Robert Marc Friedman.<sup>3</sup> Til Norge kom denne media-genererte værkulturen med den konkurransen mellom værmeldingene i NRK og TV 2 som oppstod da det private værvarslingsselskapet Storm ble etablert i 1997. NRK arrangerte for eksempel en årlig såkalt "ekstremværuke" i perioden 2006–2008, i samarbeid med Meteorologisk institutt.

Men, begrepet "ekstremvær" hadde også å gjøre med endringer i forholdet mellom meteorologi og samfunn som kanskje var enda mer dyptpløyende. Det er disse endringene vi skal presentere og forsøke å forklare i denne artikkelen.

Norges første offisielle ekstremvær hadde navnet Agnar, og dukket opp på Nordvestlandet i oktober 1995. I motsetning til været på det tidspunktet da Estonia sank året før, var Agnar målt til å være en storm. Men han var ikke verre enn stormer flest. "Fra ulike hold har det kommet kritikk mot Meteorologisk institutt for å være i raskeste laget med å sende ut varsel om ekstreme værforhold. Agnar var bare egnet til å skremme opp folk" skrev avisene.<sup>4</sup> Hva var det da som gjorde vesle Agnar til et ekstremvær?

Et ekstremvær er strengt tatt ikke et meteorologisk begrep, men et institusjonelt. Det henger ikke sammen med noen endring i meteorologenes forventning til været, men med endringer i samfunnets

forventning til meteorologene. Best kan disse endringene forstås ved å sammenlikne etableringen av en ekstremværvarsling i 1990-årene med etableringen av en norsk stormvarslingstjeneste over 100 år tidligere. På mange måter var det to parallelle hendelser. Men nærmere historisk komparative studier viser at de bygget på ulike holdninger til håndtering av risiko og samfunnets rolle i denne.

### **Stormvarsling som del av "Den nye meteorologien"**

Stormvarslingens historie begynte med en storm. I november 1854 forliste flere skip i den allierte flåten som deltok i Krim-krigen under en sterk storm i Svartehavet. Denne stormen hadde i forveien herjet over store deler av Europa. Kort etter katastrofen iverksatte den franske marineministeren en offentlig granskning, med det formålet å finne ut om stormens gang kunne vært forutsett og flåten varslet via telegraf. Granskningen ble gjennomført av Urbain Le Verrier (1811–1877), som på denne tiden var en av verdens ledende astronomer og bestyrer av observatoriet i Paris.

Le Verrier henvendte seg til flere av sine mest framstående europeiske kollegaer for å samle inn data og stormens bevegelser ble analysert i forhold til målte barometerverdier. I 1855 konkluderte Le Verrier positivt; ved hjelp av en organisert stormvarslingstjeneste kunne stormen etter hans mening ha vært oppdaget og varslet i tide. Året etter fikk han i stand en avtale med det franske telegrafvesenet om et nasjonalt stormvarslingssystem, hvor 25 stasjoner ble utstyrt med instrumenter og rapporterte tre ganger daglig til Paris. I 1857 ble dette nettverket internasjonalt, ved at det også ble tilknyttet stasjoner i Brüssel, Genève, Madrid, Roma og St. Petersburg. Observasjonene ble også formidlet tilbake

til stasjonene, i form av en egen Bulletin Meteorologique International.

Le Verriers utredning og den senere oppfølgingen var sentrale hendelser innenfor noe som allerede da ble kalt "Den nye meteorologien". Sentralt i dette teknisk-naturvitenskapelige paradigmet stod telegrafien. Den gjorde det mulig å formidle samtidige værdata over lange avstander og til flere mottakere. Disse dataene kunne plottes inn på et såkalt synoptisk kart, som slik ga et todimensjonalt bilde av vær-situasjonen.

Dataene var registrert ved hjelp av termometer og barometer, instrumenter som hadde blitt utviklet i løpet av 1600- og 1700-tallet og som slik representerte den tradisjonelle meteorologien. Denne eldre tradisjonen hadde først og fremst vært såkalt klimatologisk. Den hadde vært innrettet mot å føre statistikker for været gjennom lengre perioder, for å kunne etablere gjennomsnittsverdier for et stedlig klima. Lokale og regionale klima kunne så sammenliknes med hverandre. Klimatologien var altså først og fremst en geografisk og statistisk disiplin.

Til sammenlikning var den nye meteorologien mer dynamisk orientert. Med oppfinnelsen av det synoptiske kartet trådte det virvelformede mønsteret av et lavtrykk fram for meteorologiene. Dårlig vær fikk en individualitet. Lavtrykket, som den gang vanligvis ble kalt en syklon, var et subjekt med en form, et omfang og en retning. En naturlig problemstilling for forskningen innenfor den nye meteorologien var å forsøke å bruke kjente fysiske lover og prinsipper til å forutse syklonenes dannelse, hvor kraftige de ville bli og hvilken vei de ville ta. Men i påvente av en slik innsikt opprettet man like fullt et internasjonalt varslingssystem, som i sin tur ga støtet til underliggende nasjonale systemer.

### Stormvarslingen under telegrafdirektøren

I Norge ble spørsmålet om å opprette et slikt nasjonalt system aktuelt på høsten 1864. Da brakte *Morgenbladet* en serie innlegg om den nye meteorologiens inntog:

Det er allerede nogen Tid siden, at meteorologiske Telegrammer fra Pariserobservatoriet begynte at sendes til Christiania og alt publiseres i *Morgenbladet* saa snart som mulig efter dens ankomst. Intet sted i Europa er i stand til at bedømme de meteorologiske Tilstande, de stedsfindende og de sandsynligt vordende, som dette Centralpunkt, der staar i telegrafisk-meteorologisk Forbindelse med hele Europa, fra Irlands Vestkyst til Konstantinopel, fra Lisabon, denne Stormenes Forpost, til Skudesnes og Haparanda. Hvad der derfor meddeles fra denne Side, maa mødes med al den Tillid, som dens Meddelelser ifølge sin Natur kunde gjøre Fordring paa.<sup>5</sup>

Det var telegrafien som hadde ført den nye meteorologien til Norge. I 1861 fikk vår første telegrafdirektør, Carsten Tank Nielsen, klarsignal fra regjeringen om å utstyre fem telegrafstasjoner med meteorologiske instrumenter. Fra samme år begynte *Morgenbladet* å formidle temperatur og barometerverdier fra disse stasjonene, som lå i Kristiansund, Ålesund, Skudeneshavn, Mandal og Sandsøsund. Fra 1864 brakte *Morgenbladet* også observasjoner fra Paris, og dessuten den revolusjonerende posten "sandsynligt Vejr". Disse værvarslene var imidlertid ikke utarbeidet i Norge, men hentet fra de franske værbulletinene.

Blant meldingene som ble sendt fra Paris var også stormvarsler. Slik var telegrafdirektør Tank Nielsen i prinsippet blitt ansvarlig for formidlingen av varsler som kunne ha stor betydning for liv og eiendom, men som



han selv ikke hadde utarbeidet og som han heller ikke hadde noen kompetanse til å vurdere. Alt tyder på at det var denne situasjonen som førte til opprettelsen av Det Norske Meteorologiske Institutt, DNMI.

Den utløsende bakgrunnen var en storm 21. oktober 1864, hvor åtte fartøyer forliste ved havna i Fredrikstad.<sup>6</sup> Kunne dette tapet vært forhindret gjennom et norsk stormvarslingssystem, spurte en innsender i Morgenbladet sju dager senere. Innsenderen var klar på at man ikke måtte stole blindt på varslene fra Paris. For det første viste vedkommende til den tiden det tross alt tok å formidle et slikt varsel og den usikkerheten dette skapte. Et annet problem, påpekte innsenderen, var den begrensede kunnskapen om Norges særegne meteorologiske forhold; "At vor Kyst vender mot den Kant, hvorfra Storme i Regelen komme, er heller ikke nogen gunstig Omstendighed".<sup>7</sup> Konklusjonen var at den store usikkerheten ved stormvarslene tilsa å vente med slike i Norge, i motsatt fall ville publikum bare miste tilliten til dem.

Tank Nielsen fulgte opp: "Navnlig bebreides det meg, at Forudsigelserne ikke ere i Overensstemmelse med de daglige Meddelelser fra Paris om Veirets Beskaffenhed den paafølgende Dag".<sup>8</sup> Han framhevet flere praktiske problemer, blant annet når det gjaldt oversettelser og hvordan de ubetalte værtelegrammene fra Paris var vanskelige å organisere i forhold til den alminnelige trafikken. På samme måte som innsenderen etter stormen i Fredrikstad konkluderte telegrafdirektøren med at man burde vente med å formidle stormsignaler til kunnskapsgrunnlaget var mer sikkert:

Min formening er derfor, at man fortiden ikke bør opmuntre til Oprettelse af Stormsignaler i Havnene, heller ikke tror jeg at der er Nogen her i landet, som vil paatage sig det Verv at lede en for vor betydelige Skibsfartindgribende Foranstaltning, uden at have de fornødne Data til med sikkerhed at kunne forudsige det sandsylige Veirlig.<sup>9</sup>

Dermed hadde telegrafdirektøren knesatt et prinsipp for risikohåndtering som skulle bli stående fram til ekstremværets tid: Det var bedre med et stormvarsel for lite enn ett for mye. Dette vil vi nedenfor betegne som "Tank Nielsen-prinsippet".

Men mangelen på data og kunnskap var samtidig et argument for en storstilt utbygging av det norske systemet for værstasjoner med telegrafisk forbindelse, og det lå i kortene at ledelsen av dette systemet ikke kunne foregå innenfor rammene av Telegrafverket. Tank Nielsen mente man måtte finne fram til "en til Bestyrer av dette Sag skikkert Mand". Han gikk derfor til en av datidens ledende norske naturvitenskapelige institusjoner, Christiania Observatorium, og fant fram til den unge observator Henrik Mohn (1835–1916).

Mohn, opprinnelig fra Bergen, hadde tatt såkalt bergeksamen ved Universitetet i 1858. Hans gjennombrudd som forsker var avhandlingen "Om Kometbanernes indbyrdes Stilling", som ble belønnet med Kronprinsens Guldmedalje i 1860. Fra samme år ble han ansatt ved observatoriet. Her fikk han blant annet som oppgave å forstå de daglige meteorologiske observasjonene samt å forvalte det omfattende klimatologiske, statistiske materialet som hadde hopet seg opp siden 1811. Til tross for denne noe tilfeldige starten, ble Mohn en dedikert bestyrer av Det Norske Meteorologiske Institutt, DNMI, da det ble opprettet i desember 1866.

### Mohn jakter på "Stormenes Love"

Allerede i januar 1868 argumenterte Mohn for at Norge hadde et naturgitt ansvar for å forske på stormer: "[...] denne vort Lands Representation i de øvrige Nationers Række har saameget større Værdi, som vore nordlige Have ere de, der allerførst ville give Nøglen til Forstaaelsen av Stormenes Love".<sup>10</sup>

Mohns forsøk på å forklare syklonens vesen førte videre forskning som var gjort tidligere i århundret, av fysikere som var fortrolige med det nye feltet termodynamikk. Blant disse var den britiske fysikeren William Thompson (senere kjent som Lord Kelvin), den tyske matematikeren Theodor Reye og den franske gruveingeniøren H. Peslin (Kutzbach 1979: 45–58). Ved hjelp av samtidige data samlet inn fra skipsførere, norske meteorologiske stasjoner og utenlandske meteorologiske stasjoner, lyktes det Mohn å gjengi disse stormenes utvikling fra dag til dag i form av øyeblikksbilder (Mohn 1870: 8–9, 12–13). Går vi til en langt tidligere publisasjon av Mohn, hans avhandling om kometenes innbyrdes bevegelser, finner vi liknende tabeller. Disse viser ulike kometers retning på gitte observasjonstidspunkter (Mohn 1861). En viktig del av Mohns metode var altså å angi og tolke bevegelse ved hjelp av en serie øyeblikksbilder. Her kom hans bakgrunn fra observatoriet til sin rett.

Verdiene fra én stormstudie sendte han til den skotske meteorologen Alexander Buchan, som ga en oppløftende tilbakemelding: "I reviewed with very great satisfaction your charts of the great storm of Nov-Dec 1867. They are the completest charts of any European storm hitherto charted".<sup>11</sup> I mai 1868 holdt Mohn et foredrag for Christiania Videnskabsselskab, hvor han formodentlig la fram mye av det samme materialet som på samme tid ble publisert i Norsk Folkeblad.<sup>12</sup> I dette magasinet kunne leserne følge et stormsenters vei fra Nordsjøen til fastlandet i løpet av dagene 7–8. februar 1868, både ved fyldig tekst og værkart. På den måten ble de trolig de første nordmenn utenfor DNMI som ble introdusert for tanken om en storm som et individ.

Mohn la senere til ytterligere to stormer fra vinteren 1867 til studiet, slik at det endelige prosjektet tok for seg i alt fire



sykloner. Høsten 1868 fikk han et bidrag fra vitenskapsselskapet og fra Geografisk oppmåling til å utgi studiene i form av et såkalt Storm-atlas. Det foreløpige sluttproduktet av prosjektet, *Det norske meteorologiske Instituts Storm-Atlas*, ble utgitt i 1870. Dette ble utgitt på både norsk og fransk, og plasserte Mohn definitivt i den internasjonale debatten om syklonens vesen. Fra dette materialet utledet han sin såkalte empiriske, termiske asymmetriske syklonmodell (Kutzbach 1979: 76).

Stormatlasen og den senere syklonmodellen plasserte Mohn sentralt i europeisk meteorologisk forskning, en status han stort sett beholdt resten av livet. Niels Hoffmeyer fra Meteorologisk institutt omtalte for eksempel Stormatlasen som ”det viktigste og mest solide innslag som hittil er gjort i den nyere meteorologiske retning”, mens Hugo H. Hildebrandsson fra svenske Statens meteorologiske centralanstalt betraktet Mohn som ”den moderne meteorologiens foregangsmann i Skandinavia”.<sup>13</sup>

I første omgang fulgte Mohn opp suksessen med en publikasjon som var enda mer teoretisk og generell. I årene 1874, 1876 og 1880 utkom bindene i *Études sur les mouvements de l'atmosphère*. Denne avhandlingen hadde Mohn skrevet sammen med sin gamle studiekamerat matematikeren Cato M. Guldberg (1836–1902). Guldberg er ellers mest kjent for den kjemiske loven for massevirkning, som han på samme tid formulerte sammen med sin svoger, kjemikeren Peter Waage (1833–1900). Syklonmodellen som ble presentert av Mohn og Guldberg tilsvarte stort sett den som hadde blitt formulert i stormatlasen. Forskjellen var at den nå ble formidlet ved et matematisk tegnspråk. Men allerede før første del av avhandlingen ble lagt fram, hadde Mohn uttrykt tvil om det ville bli mulig å forbedre stormvarslingen ved ytterligere teoretisk innsikt.<sup>14</sup> Det systemet for

stormvarsling som likevel vokste fram, bygget først og fremst på nyvinninger innenfor kommunikasjon og logistikk.

### Stormvarsling blir en oppgave for DNMI

DNMI skal helt fra starten av ha mottatt flere henvendelser om å sette i gang stormvarsler. (Mook 1991). Mohn holdt imidlertid på Tank Nielsen-prinsippet, at slikt måtte vente til den teoretiske innsikten var kommet lengre.<sup>15</sup> På samme måte som i årene før DNMI ble opprettet, skulle imidlertid påtrykk fra utlandet tvinge spørsmålet inn på dagsordenen. I desember 1868 tok direktør Robert Henry Scott ved The Meteorological Department i Storbritannia kontakt med Mohn, og gikk rett på sak: ”Siden vi har kraftig kuling i dag som synes å kryse Nordsjøen, nytter jeg anledningen til å spørre om De ønsker at våre kontorer i slike tilfeller med fordel kunne utveksle værmeldinger”.<sup>16</sup>

Mohn var i prinsippet positiv, med henvisning til verdien et slikt system ville ha for skipsfart og fiskerier langs hele norskekysten.<sup>17</sup> Ved kontakten med The Meteorological Department forholdt han seg fortrinnsvis til de praktiske spørsmålene, nærmere bestemt hvordan en melding raskest og billigst kunne formidles fra Storbritannia til Norge. Det fantes i utgangspunktet to barrierer. For det første eksisterte det ennå ingen direkte telegraflinje mellom Norge og Skottland, selv om en slik var lovet i nærmeste framtid. For det andre måtte DNMI få i stand en avtale med myndighetene om takster og prioritet for denne typen telegrammer. Telegrafene var, som flere historikere tidligere har påpekt, ikke ”1800-tallets internett” (Rinde 2005: 96–100). Den var kostbar og til dels tungvint.

I brevet til Scott foreslo Mohn at man midlertidig kunne sende stormvarslene via det eksisterende telegrafnet som gikk fra

Storbritannia til Norge via Danmark. Videre konfererte han med fiskerioppsynssjefen kaptein Heyerdahl og med telegrafdirektøren, hvorpå han henvendte seg til Indredepartementet.<sup>18</sup> Mohn foreslo et stormvarslingssystem hvor instituttet i London skulle sende DNMI et telegram når "Atmosfærens Tilstand over de Britiske øer" tilsa det.

DNMI ville så telegrafere til stasjonene på kysten, som skulle sjekke instrumentene og melde tilbake om de indikerte at en storm var på vei inn vestfra. Om så var, skulle Mohn sende stormvarsel til de stasjonene som var ventet å bli rammet. Varslet skulle til sist formidles til publikum ved oppslag samt gjennom fiskerioppsynsfolk og havnefogder. Ut fra statistikk over forekomsten av stormer i vintermånedene gjorde han et anslag over hvor mye et slikt system ville koste. Departementet gikk med på å dekke telegrafutgiftene med offentlige midler øremerket fiskerier.<sup>19</sup>

De første forsøkene med et norsk stormvarslingssystem var relativt vellykkede, ved at to kraftige stormer ble varslet før de nådde kysten. Mohn fikk positive tilbakemeldinger: "Det er mig bekjent saavel af Efterretninger i Aviserne, som af muntlige Meddelelser at Stormvarslerne have bidraget til at sikre Skibe mod den kommende Storms Virkninger".<sup>20</sup> Kabelen mellom Norge og Skottland ble lagt sommeren 1869, og i de kommende årene ble denne virksomheten utvidet. Statistisk sett var den imidlertid en betinget suksess, skal vi tro DNMI's egne tall. Riktig nok ble det ikke gitt noen stormvarsler som viste seg å være falsk alarm. På en annen side var det i 1870 bare 18 prosent av stormene som nådde kysten, meldt på forhånd.<sup>21</sup> Mohn bestemte seg for å sende stormvarsler "forholdsvis meget oftere" i 1872.<sup>22</sup> Resultatet skal ha vært "meget heldigt", uten at tall er kjent i ettertid.

## **Hvordan ble de første stormvarslene brukt?**

Etableringen av stormvarsler føyde seg inn i rekken av en bredere utvikling innenfor norsk fiskeripolitikk på samme tid (Fulsås 2003: 69–125). Overordnet gikk fiskeriene over fra å være et regionalt til å bli et nasjonalt anliggende. Telegrafene kunne opplyse om større ulykker til riksdekkende aviser, slik at de ble nasjonale begivenheter. Det ble videre drevet oppsyn i statlig regi. Også på flere områder enn meteorologien ble vitenskapen tatt i bruk. Det ble ført sentral statistikk, for så vel fangst som ulykker. Havforskeren Georg Ossian Sars startet sine fiskeriundersøkelser, med den målsettingen å kunne forutse fiskeinnsig.

Men, staten brukte i liten grad disse informasjonssystemene som direkte styringsredskaper. Det var opp til den enkelte fisker å tilegne seg informasjon og til å ta beslutningene. Om bruken av fiskeristatistikken, som lenge ble ført av Henrik Mohns yngre bror Jacob Neumann Mohn, skriver historikeren Narve Fulsås: "Fiskerane måtte framleis velje ut frå den informasjonen og dei erfaringane som var tilgjengelege lokalt, og statistikken registrerte vala deira på etterskot" (Fulsås 2003: 78). På samme måte var det med stormvarslene. De var veiledende informasjon for den enkelte fisker, men ikke en del av et større, sentraldirigert beredskapssystem. Og stormvarslene var selv klare på at man ikke måtte stole for blindt på dem: "Dette Stormvarsel maa forstaaes som en Advarsel, og ingen sikker Spaadom" stod det trykket nederst på blankettene.<sup>23</sup>

Videre var det en utbredt, overordnet oppfatning at statlige inngrep ikke måtte bli til hinder for at yngre og risikovillige fiskere kunne få utfolde seg (Fulsås 2003: 75–76). Det var en tankegang som passet godt med Tank Nielsen-prinsippet for risikohåndtering. Mohns vågale eksperimen-

menter med å maksimere stormvarslene ved inngangen til 1870-årene vek snart plassen for en mer "forsvarlig" linje. Der antallet varsler lå mellom fem og ti per år i 1870-årene, sank de til et nivå på mellom null og fem i 1880- og 1890-årene (DNMI 1916: 73)

### De påfølgende hundre år ...

Helt fram til århundreskiftet fortsatte Mohn å være den eneste autoritet innenfor norsk meteorologi og værvarsling. Men i 1904 ble han utfordret av den da 42 år gamle Vilhelm Bjerknes, som på diplomatisk vis kritiserte det eksisterende norske meteorologiske miljøet for å ha oppgitt den teoretiske forskningen på sykkloner til fordel for vær- og stormvarsler som var basert på mer praktiske erfaringer.<sup>24</sup> Omkring Bjerknes vokste det fram et alternativt meteorologisk fagmiljø, som etter Mohns avgang i 1913 erobret alle nøkkelposisjoner ved DNMI og ved de nyere værvarslings-sentralene i Bergen og Tromsø.

I løpet av de tidlige mellomkrigsårene lyktes dette miljøet med å formulere en universell teori om hvordan lavtrykk oppstår (Friedman 1989). Sentralt i deres tredimensjonale modell stod diskontinuitet mellom kalde luftmasser fra nord og varme luftmasser fra sør, såkalte polarfronter. Det var disse frontsystemene som skapte sykklonene. Etter hvert som Bjerknes-miljøets modellapparat vant fram internasjonalt, overtok polarfrontene mye av sykklonenes tradisjonelle ikoniske plass på værkartene. Noenlunde parallelt overtok trådløs radio-telefoni etter hvert telegrafens rolle når det gjaldt utveksling av værdata, noe som gjorde dette enklere og billigere. I denne perioden ble det også etablert flere nye meteorologiske stasjoner, ikke minst i polarområdene. Juridisk sett var det DNMI som annekterte Jan Mayen på vegne av den

norske stat. Utover i 1930-årene ble kringkasting den viktigste formen for formidling av værvarsler, noe som førte til at de tidligere, telegrafbaserte stormvarslenes opprinnelige status som spesialvarsler ble visket ut.

I 1951 deltok de norske meteorologene Arnt Eliassen og Ragnar Fjørtoft ved den første utarbeidelsen av et numerisk værvarsel, ved hjelp av en datamaskin ved Princeton i USA (Harper 2008). Igjenom 1960- og 1970-årene ble denne teknologien videreutviklet, slik at DNMI og andre meteorologiske institutter fra midten av 1980-årene begynte å erstatte manuell plotting og varsler basert på erfaring med matematiske beregninger og værkart på datautskrifter. På samme tid ble satellitter et brukbart redskap i operativ værvarsling. Alt i alt ble mulighetene for å oppdage og varsle stormer og det som verre var, svært mye bedre i løpet av disse hundre årene.

Men noe stod også fast fra Mohns dager. Fremdeles var det publikum som selv hadde ansvaret for å innhente den tilgjengelige informasjonen som meteorologene ga, samt selv å vurdere risiko og treffe sine beslutninger. Og tross alle teoretiske og tekniske nyvinninger fortsatte dessuten en storm å være en storm. Noe behov for begrepet "ekstremvær" oppstod ikke før etter nyttårsaften 1991–92.

### Nyttårsorkanen 1991–92

Nyttårsaften 1991–92 dannet det seg et lavtrykk øst for Newfoundland, i et område hvor svært kald luft fra nord støtte sammen med svært varm luft fra sør.<sup>25</sup> Det utviklet seg til et orkansenter som beveget seg vestover og kom inn nord for Stadt tidlig om morgenen 1. januar 1992. Vinden skulle bli den kraftigste siden målingene startet i 1867, og de samlede kostnadene ble i ettertid anslått til 2 milliarder kroner. To personer omkom.





8. januar ble daværende justisminister Kari Gjesteby fra Arbeiderpartiet kalt inn i til Stortinget for å gjøre rede nyttårsorkanens herjinger.<sup>26</sup> Det var første gang i norsk historie at regjeringen på denne måten ble holdt eksplisitt ansvarlig for følgene av et uvær, og DNMIIs rolle måtte nødvendigvis bli en del av debatten.

Stemningen blant meteorologene var åpenbart nervøs og avventende i de første dagene etter nyttårsorkanen. Dagen før Gjestebys innlegg i Stortinget ble DNMIIs daværende direktør Arne Grammeltvedt avkrevd en redegjørelse til Justisdepartementet, og i begynnelsen av februar informerte han meteorologisk institutts styre.<sup>27</sup> Da hadde instituttet innhentet en rapport om "meteorologiske aspekter ved orkanen nyttårsdag" fra Geofysisk institutt i Bergen, kanskje som en støtte mot forventet kritikk.<sup>28</sup> Geofysisk konkluderte imidlertid med at meteorologene fortjente full honnør for å ha meldt om "utvetydig orkan" i god tid før den inntraff.<sup>29</sup> Også justisministeren var positiv til meteorologenes innsats, og

det kom heller ingen kritikk fra noen av de øvrige stortingspolitikere. Ingen ting tydet på at hverken meteorologenes faglige innsikt eller det nye digitaliserte og satellitt-baserte varslingssystemet hadde feilet når det gjaldt å oppdage orkanen og å følge dens vei mot kysten.

Når ordfører Harald Stokke i den hardt rammede kommunen Kristiansund likevel gikk ut i Adresseavisen og hevdet at "Meteorologene burde advart", siktet han ikke til deres værvarslingskompetanse, men til deres kompetanse når det gjaldt formidling.<sup>30</sup> Grammeltvedt innså selv at ting ikke hadde fungert som de burde på dette området. I et Ps i brevet til Justisdepartementet innrømmet han at "det i dag er et for dårlig utbygd informasjonssystem mot de myndigheter som har ansvar for sivil beredskap og som har myndighet til å iverksette tiltak for å møte eventuelle naturkatastrofer av denne type. Instituttet sitter inne med betydelig mer informasjon enn det som gis gjennom de generelle værvarslene over NRK".<sup>31</sup>

Varslet om orkanen hadde blitt gitt gjennom den vanlige værmeldingen på NRK, med spesielle orkansymboler over de aktuelle områdene. Ordfører Stokke i Kristiansund hevdet at dette varslet alene ikke hadde gitt en tydelig nok advarsel, det fortalte ikke noe om hva folk faktisk hadde i vente.<sup>32</sup> Dessuten var det nyttårsaften, og mange så ikke på TV på den tiden værmeldingen ble presentert. Geofysisk institutt påpekte det samme problemet, og mente at orkanvarslet burde ha vært gitt som eget oppslag under Dagsrevyen, ikke bare i form av symboler på værkartet.<sup>33</sup>

Kritikken av meteorologenes rolle under nyttårsorkanen inneholdt alt i alt tre poenger. Det første var at meteorologene bare hadde informert om orkanen i seg selv, ikke om de sannsynlige konsekvensene av den. Det andre var at varslet ikke var tilstrekkelig framhevet i forhold til den øvrige nyhetssendingen. Folk stimlet ikke lenger sammen om radioapparatene for å høre værmeldingen, og statsmeteorologen som dukket opp etter Dagsrevyen var ikke lenger et av TV-underholdningens høydepunkter. Det tredje, og kanskje viktigste, poenget gikk på at værvarslingen ikke hadde fungert som noen integrert del av det øvrige systemet for sivil beredskap, og ikke hadde hatt noen eksklusiv kommunikasjon med dette. Når justisministeren nevnte meteorologenes innsats i sin redegjørelse for Stortinget, var det et klart signal om at de fra nå av hørte med i dette systemet. I det hele tatt var det faktum at justisministeren måtte forklare seg om orkanen i seg selv et signal om at meteorologenes stormvarslingssystem nå var i ferd med å bli integrert i et nasjonalt system for risikohåndtering, med helt nye normer og spilleregler.

På denne tiden utkom da også den tyske sosiologen Ulrich Beck's første bøker om framveksten av et såkalt risikosamfunn, en forestilling som også er et nyttig bakteppe for å fortolke det systemet meteorologene møtte i etterkant av nyttårsorka-

nen (Beck 1987/1992). Beck argumenterer for at samfunnets ansvar er blitt utvidet, fra å fordele goder til også å fordele "onder". Med det siste menes å forvalte kollektiv risiko. Litteraturen om risikosamfunnet legger imidlertid hovedvekten på nye farer og såkalt "produsert risiko", som atomkraft og luftforurensning (se for eksempel Bakken 2003 og Bjelland 2003). Også spørsmålet om ekstremvær har et element av dette, ved at det gjerne blir koblet til spørsmålet om global oppvarming. Men dette momentet var lite framme i debatten som fulgte av nyttårsorkanen.

I stedet belyser debatten om nyttårsorkanen en annen side ved risikosamfunnet. Det innebar ikke bare nye trusler mot samfunnet, men også et utvidet ansvar for den staten som værvarslingen var en del av. Usikkerheten som lå i den tradisjonelle stormvarslingen, og som meteorologene selv hadde vært nøye med å påpeke, hadde til en viss grad begrenset deres ansvar. Det hadde tillatt meteorologene å følge Tank Nielsen-prinsippet. Etter nyttårsorkanen ble imidlertid dette prinsippet satt til side, samtidig som meteorologene fikk en sentral rolle i et nytt regime for risikohåndtering.

### **Meteorologer i risikosamfunnet**

Justisministerens forklaring i Stortinget etter nyttårsorkanen ble først og fremst en debatt om sivil beredskap generelt. Dette var et tema som hadde blitt satt på dagsordenen allerede i forkant av hendelsen. Under redegjørelsen nevnte Gjesteby blant annet den ventede rapporten fra det offentlig oppnevnte Buvik-utvalget, som ville få betydning for å bygge ut en beredskap mot tilsvarende naturkatastrofer. Dette utvalget var blitt oppnevnt i februar 1990, og det presenterte sin utredning i april 1992.<sup>34</sup>

Et viktig utgangspunkt for oppnevningen av Buvik-utvalget var avslutningen av

den kalde krigen. Siden 1945 hadde det offentlige beredskapsarbeidet vært orientert mot den største tenkelige katastrofen av dem alle. En ny verdenskrig, eventuelt med bruk av atomvåpen, hadde så langt vært regnet som et realistisk scenario. Nå fikk Buvik-utvalget som mandat å utrede mulighetene for hvordan samfunnet best kunne utnytte beredskapsapparatet og Siviltforsvaret i fredstid.<sup>35</sup> Ledig kapasitet etter den kalde krigen var med andre ord en forutsetning for oppbyggingen av et nytt beredskapsregime i 1990-årene. Videre trakk utvalget fram at samfunnet var blitt mer sårbart, blant annet ved økt urbanisering.<sup>36</sup> Samfunnets sårbarhet skulle bli et tilbakevendende tema for beredskapspolitikken i de kommende tiårene (Bjelland 2003).

Nok et viktig moment hos Buvik-utvalget var koblingen til målstyring. Det ble flere steder poengtert at de foreliggende, overordnede beredskapsplanene var for detaljerte og regelstyrte. Det nye idealet var at hver av de aktuelle etatene utarbeidet sine egne, selvstendige beredskapsplaner, mens sentraladministrasjonens oppgave var å stille opp de overordnede målene disse planene skulle tilfredsstille.

Sist, men ikke minst, la Buvik-utvalget stor vekt på beredskapens organisering. Blant annet framhevet det Justisdepartementets spesielle ansvar for å koordinere de øvrige etatenes beredskapsarbeid.<sup>37</sup> Dette tverrsektorielle ansvaret var bakgrunnen for at nettopp justisministeren ble kalt inn for å redegjøre på DNMI's vegne, til tross for at instituttet var underlagt Kirke- og undervisningsdepartementet. Buvik-utvalget framhevet også fylkesmannsembetets tradisjonelle rolle som det sentrale leddet i krigsorganisasjonen på regionalt plan – en rolle som også innebar at fylkesmannen var det sentrale leddet ved store regionale katastrofer i fredstid. Utvalgets leder, høyrepolitikeren Anders Buvik, hadde selv vært fylkesmann i Troms fram til 1990.

På grunnlag av Buvik-utvalgets utredning presenterte Justisdepartementet i februar 1993 en stortingsmelding om den fremtidige sivile beredskap.<sup>38</sup> Her ble nyttårsorkanen nevnt i viktige sammenhenger, blant annet som eksempel på hvordan én enkelt hendelse fikk ringvirkninger som bare et mangfoldig og samordnet beredskapsapparat kunne håndtere: "Orkanen på Nord-Vestlandet i januar 1992, som bl.a. førte til et lengre avbrudd i strømforsyningen i Kristiansund, vanskeliggjorde driften av både vann- og avløpssystemer og en rekke institusjoner og virksomheter".<sup>39</sup> Hendelsen ble også brukt til å illustrere hvordan det nye beredskapssystemet ville orientere seg mot konsekvensutredninger: "Selv om orkan og stormbyger med konsekvenser lik dem vi fikk på Nordvestlandet og Trøndelag i nyttårshelgen 1992 forekommer meget sjelden, er konsekvensene store."<sup>40</sup> DNMI ble ikke nevnt eksplisitt i stortingsmeldingen, men den la vekt på samordning mellom etater og utarbeidelse av beredskapsplaner på etatsnivå. DNMI fulgte opp disse signalene samme høst.

I oktober 1993 avholdt DNMI et såkalt orkan- og stormfloseminar i Bergen. Hovedhensikten med seminaret var å bedre dialogen mellom meteorologene og mottakerne av denne typen varsler.<sup>41</sup> Blant de frammøtte var representanter for fylkesmennene, politi og media. Hovedkonklusjonen fra seminaret var at orkanberedskapen ikke var blitt nevneverdig bedre siden nyttårsorkanen, noe som ble fulgt opp ved etableringen av en arbeidsgruppe. Den bestod av representanter fra justisdepartementet, administrasjonsdepartementet, fylkesmannen i Møre og Romsdal, beredskapslederen i Vestfold samt Magne Lystad fra Meteorologisk institutt. I november 1994 presenterte gruppen sin beredskapsplan for "varsler om ekstreme værforhold", som gjaldt fra desember

samme år.<sup>42</sup> Hva var det så arbeidsgruppen mente med ”ekstreme værforhold”?

Både vind, flo, snøskredfare og nedbør kunne være ekstreme, ifølge arbeidsgruppa. Det som avgjorde, var hvor de forekom. Vinden var ekstrem hvis det var full storm med vindfelt mot kysten mellom Lindesnes og Kirkenes, men på Østlandet innenfor kysten trengte den bare å være sterk kuling for å kunne kalles det samme. Stormflo var å regne som ekstremvær dersom den oversteg 110 cm i indre Oslofjord, 50 cm mellom Hordaland og Trondheimsfjorden eller 45 cm mellom Vestfjorden og Kirkenes. Nedbørmengdene var ikke knyttet til noen fastsatte verdier, men var ekstreme når NVE måtte ”vurdere faren for oversvømmelse” og snøskredfaren var ekstrem når statsmeteorologen mente det var fare for skred i ”større områder”. Det overordnede kriteriet for ekstreme værforhold var at det var ”sannsynlig at været [ville] forårsake skader eller fare for liv og verdier i et betydelig landområde (fylke/landsdel)”. Ekstremvær var med andre ord ikke primært definert ut fra objektiv ”styrke”, men ut fra sine sannsynlige konsekvenser.

For øvrig viste planen meteorologenes plass i den alminnelige beredskapsorganisasjonen. Poenget var at de sentrale etatene skulle varsles direkte og i god tid. Allerede 72 til 36 timer i forveien skulle DNMI sentralt sende varsel til de to hovedrednings-sentralene og eventuelt NVE om at det var mer enn 60 % sannsynlig at ekstremvær ville inntreffe. Gjenpart skulle sendes Justisdepartementet og Direktoratet for sivilt beredskap. Når det gjenstod mindre enn 36 timer, gikk ansvaret for å sende fortløpende og mer detaljerte varsler over til den aktuelle regionavdelingen, dersom sannsynligheten stadig var over 60 %. NRK var naturlig nok også blant institusjonene som skulle varsles direkte og tidlig. Innenfor den såkalte kort-tidsvarslingsperioden, når det gjenstod under 36 timer, skulle vakthavende meteo-

rolog ved den aktuelle regionavdelingen stå i kontakt med vaktsjefen i den tilsvarende NRK-distriktsradioen via telefon og telefax. Meteorologene var blitt integrert i hva vi kan kalle en beslutningskjede, hvor alle var avhengige av at informasjon ble gitt i rett tid og på rett måte.

Beredskapsplanen som ble lagt fram ved utgangen av 1994, ble gjenstand for en del modifiseringer i tiden som kom. Allerede våren 1995 kom spørsmålet om beredskap mot ekstremvær nok en gang høyt på den politiske dagsordenen, etter den store flommen på Østlandet. Denne hendelsen førte naturlig nok til et økt fokus på flomberedskap, på samordning mellom DNMI og NVE samt på bruk av hydrologiske data.<sup>43</sup> Da beredskapsplanen ble oppgradert i juni 1995 ble ”værforhold som kan føre til flom” særlig framhevet.<sup>44</sup> Ved samme anledning ble det vedtatt at hvert ekstremvær skulle ha et individuelt navn.

Denne ordningen var en tillemping av gjeldende amerikansk praksis (Fitzpatrick 2006: 14–15). Tradisjonelt hadde uvær blitt skilt fra hverandre ved å henvise til dato og eventuelt sted. I USA, under Andre verdenskrig, begynte man å eksperimentere med ulike former for egennavn. Bakgrunnen for dette var et behov for å skille mellom forskjellige orkaner som opptrådte samtidig innenfor noenlunde samme havområde. Noen brukte navn på koner eller kjæresten, og fra 1953 ble kvinnenavn standard for slik oppkalling. Fra 1979 ble også mannsnavn lagt til lista. Den amerikanske navneskikken har imidlertid forblitt begrenset til orkaner. I Norge var den fra starten av utvidet til alle former for ekstremvær.

### **Fra Tank Nielsen-prinsipp til føre var-prinsipp**

Individualisering av vær blir et eksempel på kontinuitet mellom Mohns stormvarsler og



senere tiders ekstremværsvarsler. Stormvarslingen og den samtidige ”Jakten på Stormenes Love” gjorde stormene til individer, ekstremværsvarslingen ga dem navn og adresse. Begge deler ble gjort for å skille ut varslene som viktige budskap i en voksende elektronisk informasjonsstrøm. Videre var det i begge tilfeller snakk om statlige initiativer og opprettelse av systemer som var offentlig administrerte og finansierte.

Men vi finner også viktige eksempler på historiske brudd. Som vi husker, var det første norske ekstremværet, stormen Agnar, ikke spesielt ekstremt. ”Er det da ropt ulv for ofte, slik at ingen reagerer?” spurte avisa Nordlys.<sup>45</sup> Dette var selvfølgelig en risiko, som Mohn og hans etterfølgere hadde håndtert ved å følge Tank Nielsen-prinsippet, at det var bedre med ett varsel for lite enn et for mye. Med ekstremvær-begrepet ble samtidig dette prinsippet byttet ut med føre var-prinsippet, noe som hadde gitt seg utslag i at 60 % sannsynlighet var alt som skulle til for at meteorologene var pålagt å sende ut ekstremværsvarsel.

Opphevelsen av Tank Nielsen-prinsippet kan selvfølgelig forklares ved at meteorologien hadde nådd et avgjørende stadium i en kumulativ kunnskapsprosess. Den uttalte usikkerheten ved varslene hadde alltid vært en belastning for meteorologien som vitenskap, og meteorologene hadde med framgang søkt å eliminere den gjennom forskning og teknologisk utvikling. Var den faglige usikkerheten nå blitt så ubetydelig at den ikke lenger var til å regne med?

En annen mulighet var at meteorologene var i ferd med å bli en mindre autonom profesjon, i møte med et system hvor brukerne av deres tjenester var i stand til å pålegge dem et større ansvar. De ble integrert i en beslutningskjede, hvor det var deres oppgave å trykke på selve den ”røde knappen”, en situasjon både Tank Nielsen, Mohn og deres etterfølgere så langt hadde unngått.

For å oppsummere, så er altså ’ekstremvær’ vær hvor meteorologene ikke bare har ansvar for å gi et korrekt værsvarsel, men også for å forutse værets konsekvenser og for at samfunnet får informasjonen og rekker å reagere i tide og på rett måte. Interessant nok er dette ikke bare begrenset til spørsmålet om sivil beredskap. Allerede i 1995 dukket begrepet ”ekstremvær” opp i en ny sammenheng: ”De siste årenes ekstremvær i Norge føyer seg inn i det mønsteret som FNs klimapanel forbinder med drivhuseffekt og klimaendringer”.<sup>46</sup> Det er en annen historie ...

## Noter

1. Søk etter ”ekstremvær” og ”ekstremt vær” i Retriever.
2. NTB 28.09.1994.
3. Takk til Friedman for informasjon om amerikansk og norsk ekstremværkultur. Denne informasjonen ble gitt som en del av tilbakemeldingen på et av undertegnede kapittelutkast i det pågående prosjektet om meteorologiens historie i Norge.
4. NTB 16.10.1995.
5. Morgenbladet 28.10.1864.
6. Morgenbladet 28.10.1864.
5. Morgenbladet 28.10.1864.
6. Morgenbladet 27.11.1864.
7. Morgenbladet 27.11.1864.  
RA/S-1570/B/Ba/L0001, brev 08.01.1868 fra Mohn til Det akademiske collegium.
9. RA/S-1570/D/Dc/L0001, brev 23.03.1868 fra Scottish Meteorological Society til Mohn.
10. *Norsk Folkeblad* 13.06.1868.
11. Brev 18.12.1870 fra Hoffmeyer og brev fra Hildebrandsson, referert i Mook 1991. Original tapt (?).
12. Brev 12.03.1873 fra Mohn til havnedirektør Roll. Referert hos Mook 1991. Original tapt (?).
13. RA/S-1570/B/Ba/L0001, Brev 05.08.1867 fra Mohn til A. Buchan.
14. Brev 10.12.68 fra Scott til Mohn, referert hos Mook 1991. Original tapt (?).
15. Riksarkivet (RA) RA/S-1570/B/Ba/0001, brev 17.12.1868 fra Mohn til Scott.
16. RA/S-1570/B/Ba/L0001, brev 14.01.1869 fra Mohn til Indredepartementet.
17. RA/S-1570/B/Ba/L0001, brev 17.01.1870 fra Mohn til Det akademiske collegium.
18. RA/S-1570/B/Ba/L0001, brev 17.01.1870 fra Mohn til Det akademiske collegium.



19. Årsberetning for Det norske meteorologiske institut (DNMI) 1871: 4.
20. Årsberetning for DNMI 1871: 4.
21. Bevart stormvarsel fra 5. oktober 1903, oppbevart av Vervarslinga for Vestlandet.
22. Aftenposten 08-10.01.1904.
23. Yrs hjemmesider, <http://met.no/?module=Articles;action=Article;publicShow;ID=1080>
24. Forhandlinger i Stortinget, Tidende S 1991–1992: 2096–2104.
25. Arkiv etter Det norske meteorologiske institutt (DNMIA) 003.2, sakspapirer til styremøte 1/92, brev 07.01.1992 fra Justisdepartementet til DNMI. DNMIA, 003.2, sakspapirer til styremøte 1/92.
26. DNMIA, 313.3, notat 20.01.1992 "Meteorologiske aspekter ved orkanen nyttårsdag" fra Geofysisk institutt.
27. DNMIA, 313.3, notat 20.01.1992 "Meteorologiske aspekter ved orkanen nyttårsdag" fra Geofysisk institutt.
28. Adressavisen 01.02.1992.
29. DNMIA, 003.2, sakspapirer til styremøte 1/92, brev 07.01.1992 fra DNMI til Justisdepartementet.
30. Adressavisen 01.02.1992.
31. DNMIA, 313.3, notat 20.01.1992 "Meteorologiske aspekter ved orkanen nyttårsdag" fra Geofysisk institutt.
32. *Organisasjon, mål og metode for den sivile beredskap* (Buvik-utvalget), 1992.
33. Buvik-utvalget s. 1–4.
34. Buvik-utvalget, s. 52.
35. Buvik-utvalget, s. 9.
36. St. meld. nr. 24 (1992–93).
37. St. meld. nr. 24 (1992–93), s. 33.
38. St. meld. nr. 24 (1992–93), s. 36.
39. NTB 21.10.1993.
40. DNMIA, 313.3, "Beredskapsplan. Varsler om ekstreme værforhold".
41. DNMIA, 313.3, Notat 03.10.1995 "Utredning av forbedringspotensialet på værvarslingssiden i forbindelse med flomvarsling i Norge".
42. DNMIA, 313.3, referat fra evalueringsmøte 15.06.1995.
43. Nordlys 17.10.1995.
44. Dagens Næringsliv 16.06.1995.

## Litteratur

- Bakken, Tore 2003. *Sikkerhet i risikosamfunnet. Matsikkerhet i lys av etableringen av det nye Mattilsynet*. Forskningsrapport Handelshøyskolen BI, 13/ 2003.
- Beck, Ulrich 1992. *Risk society. Towards a new modernity*. London, Sage.
- Bjelland, Leiv 2003. Samfunnssikkerhet i risikosamfunnet: et sosiologisk blikk på det nye sikkerhetskonseptet for norsk sivil beredskap. Arbeidsnotat 21/2003, Senter for teknologi, innovasjon og kultur.
- Det Norske Meteorologiske Institut 1916. *Meteorologien i Norge i 50 aar. Festskrift utgit av Det Norske Meteorologiske Institut i anledning av dets 50-aars jubileum*. Kristiania.
- Fitzpatrick, Patrick J. 2006. *Hurricanes: a reference handbook*. Santa Barbara, California, ABC-CLIO.
- Friedman, Robert Marc 1989. *Appropriating the Weather. Vilhelm Bjerknes and the Construction of a Modern Meteorology*. New York, Cornell University Press.
- Fulsås, Narve 2003. *Havet, døden og veret. Kulturell modernisering i kyst-Noreg 1850–1950*. Oslo, Samlaget.
- Harper, Kristine 2008. *Weather by the numbers. The genesis of modern meteorology*. Cambridge, Massachusettes, MIT Press.
- Kutzbach, Gisela 1979. *The Thermal Theory of Cyclones. A History of Meteorological Thought in the Nineteenth Century*. Boston, American Meteorological Society.
- Mohn, Henrik 1870. *Det Norske Meteorologiske Instituts Storm-Atlas*. Christiania.
- Mook, Reinhard 1991. Henrik Mohn og stormvarslingen. *Vær og klima*, 4/1991.
- Rinde, Harald. 2005 *Et telesystem tar form (1855–1920)*, bind 1 av Norsk telekommunikasjonshistorie. Oslo, Gyldendal fakta.